

Efekty termiczne stosowania magnetostymulacji i magnetoterapii w obrazowaniu termograficznym

Streszczenie. Artykuł przedstawia wyniki badania wartości temperatury wybranego obszaru ciała poddanego działaniu jednorazowej ekspozycji pola elektromagnetycznego w dawkach stosowanych w magnetoterapii i magnetostymulacji. Badanie przeprowadzono u 30 młodych zdrowych osób wykorzystując urządzenia stosowane w fizyoterapii. Do oceny temperatury zastosowano kamerę termowizyjną firmy. Badania termowizyjne wykonane po ekspozycji pola elektromagnetycznego nie wykazują istotnej zmiany wartości temperatury badanego obszaru.

Abstract. The article presents the results of the temperature measurements of the selected area of the body treated with a single exposure to electromagnetic field in the doses which are used in the magnetotherapy and magnetostimulation. The study was conducted on a group of 30 young healthy volunteers using the devices which are commonly used in electromagnetic physiotherapy. To evaluate the temperature thermal camera was used. Thermal imaging study which were performed after the exposure to the electromagnetic field do not show a significant change in the temperature of the examined area. (*The thermal effect of magnetic stimulation and magnetotherapy in thermographic imaging*)

Słowa kluczowe: magnetoterapia, magnetostymulacja, termografia
Keywords: magnetotherapy, magnetic stimulation, thermography

doi:10.12915/pe.2014.12.54

Wprowadzenie

Działanie pola elektromagnetycznego (PEM) na środowisko biologiczne stanowi przedmiot badań naukowych od czasów, kiedy to Volta, Oersted, Faraday, Maxwell dokonali swoich przełomowych odkryć na temat natury pola elektromagnetycznego. Ich kontynuatorzy: Hertz, Tesla, Marconi zbudowali aparaturę, za pomocą której pole elektromagnetyczne zostało wytworzone w sposób sztuczny. Pole elektromagnetyczne, jako czynnik fizyczny, wtargnęło w obszar pracy i życia osobistego człowieka. Istnieje w przekonaniu wielu osób negatywny wpływ tego czynnika na życie i zdrowie – stąd skutki psychiczne i społeczne niejednokrotnie przeważają nad biomedycznymi.

Znajomość natury pola elektromagnetycznego pozwala skonstatować, iż ewentualne skutki biomedyczne, jakie powstają w wyniku działania PEM zależą od jego intensywności oraz częstotliwości. O ile zależność od intensywności jest oczywista (relacja przyczyna-skutek), o tyle zależność od częstotliwości wynika ze specyficznych własności pola elektromagnetycznego w materii. Skutki biomedyczne mogą być *grosso modo* podzielone na skutki termiczne i skutki fizjologiczne, przy czym te pierwsze związane są w większości przypadków z polem elektromagnetycznym wysokiej częstotliwości a drugie z polem elektromagnetycznym niskiej częstotliwości. W prezentowanych badaniach użyte zostały urządzenia niskiej częstotliwości, wykorzystywane szeroko w praktyce lekarskiej w zabiegach fizjoterapeutycznych.

Istnieją dwa główne kierunki wykorzystania pola elektromagnetycznego niskiej częstotliwości w leczeniu rozmaitych dysfunkcji organizmu:

- magnetostymulacja (Rys.1);
- magnetoterapia (Rys. 2).

Pole elektromagnetyczne stosowane w magnetostymulacji to pole o częstotliwości, mieszczącej się w przedziale od 2000 do 3000Hz. Wartości indukcyjności składowej magnetycznej wynoszą od 1pT do 100μT. W magnetoterapii stosowane pole elektromagnetyczne, posiada częstotliwość od 1 do 100Hz i indukcyjność składowej magnetycznej od 0,1mT do 20mT [1, 2, 3].

Sposób oddziaływania pola elektromagnetycznego na ludzki organizm jest nie do końca poznany. Przyjmuje się, iż

pole elektromagnetyczne przenika przez organizm powodując zmianę własności błon komórkowych, przebudowę włókien kolagenu, zmianę pH płynu komórkowego, zmianę aktywność enzymów komórkowych. Doprowadza to do: zmiany przepływu krwi w naczyniach, zmian metabolicznych w komórkach, zmiany przewodnictwa nerwowo-mięśniowego.



Rys. 1 Urządzenie do magnetostymulacji (pole magnetyczne rzędu mikrotlesli)

Efekty stosowanego leczenia mierzone są w oparciu o subiektywną ocenę lekarza i pacjenta, a tylko w niewielkim zakresie mogą być oceniane miarą sprawności organizmu (np. w ocenie zakresu ruchu kończyn). Sama ocena kliniczna wydaje się być niewystarczająca do jednoznacznej oceny efektu terapii, stąd powstał pomysł pomiaru temperatury na powierzchni stymulowanego obszaru. Przyjęte zostało założenie, że skuteczna terapia polem elektromagnetycznym poprawia krążenie obwodowe, co z kolei doprowadzi do wzrostu temperatury lub zniesienia różnicy temperatur symetrycznych narządów.

Badanie z zastosowaniem kamery termowizyjnej jest bezdotykowe i nieobciążające chorego. Efektem badania jest rozkład wartości temperatury na powierzchni ocenianego narządu w postaci termogramu, w którym za pomocą skali barwnej przedstawione są wartości temperatur. Metoda polega na pomiarze parametrów fal elektromagnetycznych emitowanych z badanej powierzchni i po zastosowaniu specjalistycznego oprogramowania,

pozwała na analizę jakościową i ilościową uzyskanych danych [4,5,6,7].



Rys. 2. Urządzenie do magnetoterapii (pole magnetyczne rzędu militesli).

Cel pracy

Celem badania była ocena wartości temperatury na powierzchni ciała ludzkiego za pomocą badania termowizyjnego, po jednorazowej ekspozycji polem elektromagnetycznym wytwarzanym przez urządzenia przeznaczone do magnetoterapii i magnetostymulacji.

Materiał i metoda

Grupa badana liczyła łącznie 30 zdrowych ochotników średnia wieku 25,5 roku (20 poddano działaniu magnetostymulacji i 10 magnetoterapii).

Do badania zostały użyte urządzenia o określonych parametrach: w przypadku magnetostymulacji indukcja składowej magnetycznej pola elektromagnetycznego mierzona wzdłuż osi cewek wynosiła 6-7 μ T, podczas gdy urządzenie do magnetoterapii wytwarzało pole elektromagnetyczne o indukcji składowej magnetycznej około 20mT. W przypadku magnetoterapii wykorzystywano pole elektromagnetyczne o częstotliwości 50Hz, a w przypadku magnetostymulacji program terapeutyczny podany przez producenta. Do badania temperatury na powierzchni skóry, zastosowano kamerę termowizyjną. Badanie przeprowadzono zgodnie z procedurą: jedną dłoń umieszczano w nieaktywnym aplikatorze, a drugą – poza aplikatorem w zbliżonym ułożeniu anatomicznym i identycznych warunkach termicznych; badanie termowizyjne obu dłoni było wykonane po 10 minutowej adaptacji (czynnościowej i termicznej), kolejne badanie termowizyjne wykonano po 10 minutach działania aktywnego aplikatora.

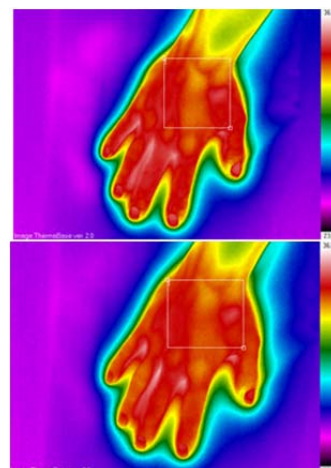
Uzyskane obrazy termowizyjne zostały poddane analizie z wykorzystaniem własnego oprogramowania „Image ThermoBase EU”. Ocenie poddano wartości temperatury minimalnej, maksymalnej i średniej dla porównywanych regionów dłoni.

Wyniki

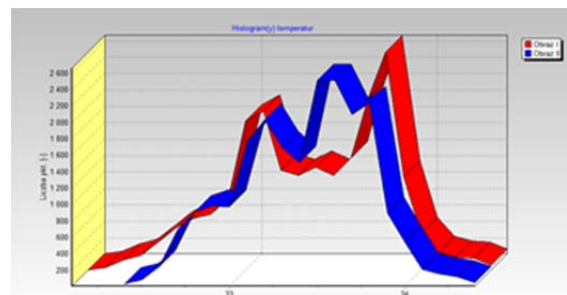
U 16 z 20 badanych, u których zastosowano magnetostymulację zaobserwowano wzrost temperatury na skórze dłoni, w zakresie temperatur średnich od 0,1 do 1,7°C. i różnice były nieistotne statystycznie. Analizę statystyczną wykonano za pomocą oprogramowania StatSoft, Inc. (2011). STATISTICA Enterprise wersja 10. www.statsoft.com.

Przyjmując wartość temperatury na skórze dłoni niepoddanej działaniu pola magnetycznego za temperaturę referencyjną, wzrost temperatury dłoni pozostającej w polu

magnetycznym wystąpił tylko u 8 z 20 badanych i wynosił od 0,1 do 0,7°C. U 5 badanych temperatura nie uległa zmianie a u 7 badanych temperatura dłoni pozostającej w polu elektromagnetycznym obniżyła się od 0,1 do 0,7°C a stwierdzone różnice były nieistotne statystycznie

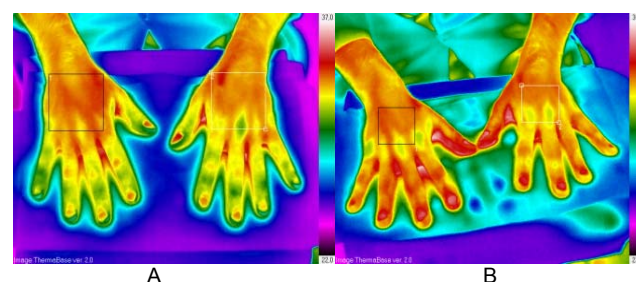


Ryc. 2 Obrazy termograficzne przed i po magnetostymulacji.



Ryc. 3 Histogram rozkładu wartości temperatur z badanego obszaru przed i po magnetostymulacji (kolor niebieski).

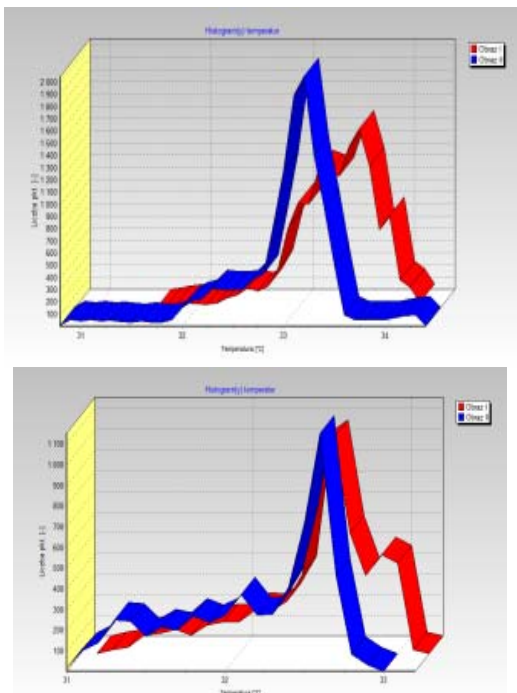
Badania termowizyjne u 10 osób poddanych działaniu pola elektromagnetycznego o wartościach uznanych za magnetoterapeutyczne wykazały w zakresie temperatur minimalnych, maksymalnych i średnich różnice nieistotne statystycznie. Wartości różnic temperatur były zbliżone do wartości uzyskanych u osób poddanych działaniu magnetostymulacji.



Ryc. 4 Termogram dłoni przed (A) i po (B) ekspozycji pola elektromagnetycznego (10 min, 20mT)

Dyskusja

W magnetoterapii wykorzystuje się pole elektromagnetyczne o częstotliwości od 10 do 100Hz i indukcji magnetycznej od 0,1 do 20mT, stosując aplikatory pierścieniowe i płaskie. Całość kuracji wynosi zazwyczaj 10 zabiegów trwających 10–15 min. Spodziewany efekt kliniczny stosowanej terapii polem elektromagnetycznym to: działanie przeciwbólowe, obniżenie wzmożonego napięcia mięśni, działanie przeciwzapalne, przyspieszenie procesów gojenia w tkankach powierzchniowych i głębokich [2,3].



Ryc. 5 Histogramy rozkładu wartości temperatur z obszarów na skórze dłoni przed (górny) i po (dolny) ekspozycji pola elektromagnetycznego (kolor niebieski – histogram z dłoni poddanej ekspozycji)

Przy wnikliwej analizie problemu i prześledzeniu dostępnego piśmiennictwa nasuwają się pytania: jakie zjawiska biochemiczne i immunologiczne zachodzą w organizmie człowieka, jakie są drogi przekazywania sygnału do jądra komórkowego, które doprowadzają do uruchomienia procesów leczenia – gojenia tkanek a nie pogłębiają ich uszkodzenia, jak dobierać natężenie pola magnetycznego dla poszczególnych chorych, jak ocenić ilościowo efekt leczenia odpowiednio dobranymi parametrami? Przy stosowaniu magnetostymulacji rodzą się kolejne pytania: jak pole magnetyczne o tak małym natężeniu może wywołać efekt w głęboko położonych narządach? Czy w ogóle jest konieczne głębokie oddziaływanie w organizmie człowieka pola elektromagnetycznego, by wywołać efekt leczniczy? A może znaczenie ma tzw. efekt sąsiedztwa (bystander effects) znany z działania promieniowania jonizującego czy UV. Jest to problem wymagający jeszcze wielu badań [8,9].

Przeprowadzona analiza wartości temperatur po jednorazowej ekspozycji polem elektromagnetycznym nie wykazała istotnych statystycznie różnic. Stwierdzane zmiany wartości temperatury w znacznej mierze mieszczą się w przyjętym przedziale wahań fizjologicznych, które wynoszą do $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$.

Autorzy zauważają, że nie sposób pominąć dwóch istotnych kwestii: zjawisko termoregulacji w organizmie człowieka jest bardzo efektywne i niewielkie zmiany temperatur wyrównują się bardzo szybko i czy oczekiwane procesy fizjologiczne zachodzą w trakcie terapii polem elektromagnetycznym.

Zakładając, że cały cykl leczenia (około 10-15 zabiegów) przyniesie efekt terapeutyczny i doprowadzi do zlikwidowania różnic temperatury w sąsiednich narządach lub poprawiając ukrwienie chorej okolicy podniesie jej temperaturę, badanie termowizyjne może okazać się przydatne do monitorowania leczenia.

Wnioski

1. Badania termowizyjne wykonane po pojedynczej ekspozycji w polu elektromagnetycznym generowanym

przez urządzenia terapeutyczne nie wykazują istotnej zmiany wartości temperatury badanego obszaru.

2. Wyniki badań pokazują, że ewentualne procesy fizjologiczne (np. poprawa krążenia), podnoszące wartość temperatury po jednorazowym zabiegu są na tyle małe, że mechanizmy termoregulacji nie pozwalają na uwidocznienie różnicy wartości temperatur.

3. Dalsze prace badawcze, to jest badanie wartości temperatury za pomocą techniki termograficznej przeprowadzone po całym cyklu leczenia fizykoterapeutycznego, mogą wykazać, w sposób pośredni, skuteczność terapii polem elektromagnetycznym.

Praca wykonana w ramach realizacji zadań projektu nr POIG.02.03.00-14-005/13 „TeleMedNet II - rozbudowa platformy pozyskania i analizy naukowej danych medycznych” dofinansowanego w ramach Programu Operacyjnego Innowacyjna Gospodarka ze środków Unii Europejskiej.

LITERATURA

- [1] Krawczyk A., Miaskowski A., Ishihara Y. (2010): Healing of orthopedic diseases by means of electromagnetic field, *Przeegląd Elektrotechniczny*, vol. 91, No.12, pp. 72-75
- [2] Pasek J., Mucha R., Sieroń A. (2006): Magnetostymulacja – nowoczesna forma w medycynie i terapii. *Fizjoterapia*, vol. XIV, No. 4, pp. 3-8.
- [3] Sieroń A., Mucha R., Pasek J. (2006): Magnetoterapia. *Rehabilitacja w praktyce*. No. 3, pp 29-32.
- [4] Jung A., Żuber J., Kalicki B., Termografia w aplikacjach medycznych, w *Biocybernetyka i Inżynieria Biomedyczna 2000 Tom VIII Obrazowanie Biomedyczne*, (2003) 502-517
- [5] Żuber J., Jung A., *Metody termograficzne w diagnostyce medycznej*, Warszawa 1997
- [6] Murawski P., Jung A., Ring E.F.J., Plassmann P., Żuber J., Kalicki B., "Image ThermoBase" - a software tool to capture and analyse thermal images. *Thermol Int.*, 12 (2002) nr 2, 60
- [7] Murawski P., Jung A., Ring E.F.J., Żuber J., Plassmann P., Kalicki B., "Image ThermoBase" – a software programme to capture and analyse thermographic images. *Thermol Int.*, 13 (2003) nr 1, 5-9
- [8] Widel M. Efekt sąsiedztwa indukowany promieniowaniem UV; dlaczego powinniśmy się zainteresować? *Postępy Hig Med.* Dośw 2012; 66: 828-837
- [9] Konopacka M. Niestabilność genetyczna i efekt sąsiedztwa indukowane przez promieniowanie jonizujące Nowotwory *Journal of Oncology* 2007;57: 313-318

Autorzy:

dr hab. n. med. Bolesław Kalicki; *Klinika Pediatrii, Nefrologii i Alergologii Dziecięcej, Wojskowy Instytut Medyczny ul. Szaserów 128, 04-141 Warszawa, E-mail: kalicki@wim.mil.pl.*

dr n. med. Józef Mróz; *Klinika Rehabilitacji, Wojskowy Instytut Medyczny ul. Szaserów 128, 04-141 Warszawa, E-mail: jmroz@wim.mil.pl.*

prof. dr hab inż. Andrzej Krawczyk, *Politechnika Częstochowska, ankra.new@gmail.com, Wojskowy Instytut Medyczny, Oddział Teleinformatyki, ul. Szaserów 128, 04-141 Warszawa, E-mail: akrawczyki@wim.mil.pl.*

prof. dr hab. n. med. Anna Jung; *Klinika Pediatrii, Nefrologii i Alergologii Dziecięcej, Wojskowy Instytut Medyczny ul. Szaserów 128, 04-141 Warszawa, E-mail: ajung@wim.mil.pl.*

lek. Agnieszka Lipińska-Opałka; *Klinika Pediatrii, Nefrologii i Alergologii Dziecięcej, Wojskowy Instytut Medyczny ul. Szaserów 128, 04-141 Warszawa, E-mail: alipińska@wim.mil.pl.*

dr n. med. Agnieszka Iwaniszczuk; *Klinika Rehabilitacji, Wojskowy Instytut Medyczny ul. Szaserów 128, 04-141 Warszawa, E-mail: aiwaniszczuk@wim.mil.pl.*

dr n. med. Janusz Żuber *Klinika Pediatrii, Nefrologii i Alergologii Dziecięcej, Wojskowy Instytut Medyczny ul. Szaserów 128, 04-141 Warszawa, E-mail: jzuber@wim.mil.pl.*

plk mgr inż. Piotr Murawski, *Wojskowy Instytut Medyczny, Oddział Teleinformatyki, ul. Szaserów 128, 04-141 Warszawa, E-mail: pmurawski@wim.mil.pl;*